

Pengembangan *e-Comic* Matematika Berbasis Pendekatan Matematika Realistik (PMR) pada Materi Persamaan Linear Satu Variabel

Sinta Yuniawati^{1*}, Evangelista Lus Windyana Palupi², Shofan Fiangga³

^{1,2,3} Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v13n2.p576-595>

Article History:

Received: 22 June 2024

Revised: 11 July 2024

Accepted: 22 July 2024

Published: 29 July 2024

Keywords:

math *e-comic*, realistic mathematics education, Linear equation of one, ADDIE

*Corresponding author:

sinta.20068@mhs.unesa.ac.id

Abstract: *e-Comic* mathematics is a comic-shaped learning supplement whose creation and use process utilizes technological media. The use of *e-comic* as a learning supplement is intended to assist students in learning the concept of a mathematical material independently outside of classroom learning activities. Realistic mathematics education is a learning theory in mathematics education that connects mathematics with real life and human activities. Linear equation of one variable (PLSV) is a mathematics material in grade VII. The definition of PLSV is an equation that has only one variable with the highest rank of degree one. This study aims to describe the process and results of the development of RME-based math *e-comic* on PLSV material which is measured through aspects of validity, practicality, and effectiveness. This development research uses the ADDIE development model. Data collection methods are: validation by experts, one-to-one trials, and field tests. The results showed that the math *e-comic* met the criteria of being very valid with an average percentage from the validator of 91.15%. The results of the user response questionnaire in the field test showed an average percentage of 82.5% and met the practical criteria. In addition, there was an increase in student learning outcomes in the pretest and post-test indicated by the acquisition of an N-Gain of 0.7 with a moderate upper limit category during the field test, thus meeting the effective criteria. Based on the evaluation results, it shows that the RME-based math *e-comic* on PLSV material developed has met the valid, practical, and effective criteria.

PENDAHULUAN

Kegiatan pembelajaran matematika dapat didukung dengan penggunaan media pembelajaran karena media pembelajaran dapat meningkatkan keberhasilan dalam proses pembelajaran. Pernyataan tersebut didukung oleh pendapat dari Bahri & Zain (2006) bahwa terdapat dua alasan penggunaan media pembelajaran dalam proses belajar mengajar, yang pertama dapat menumbuhkan motivasi belajar serta yang kedua melalui media pembelajaran siswa juga lebih banyak melakukan aktivitas belajar, media pembelajaran sesuai dengan taraf berpikir siswa, dengan adanya media pembelajaran hal-hal yang abstrak dapat dikonkretkan dan hal-hal yang kompleks dapat disederhanakan. Menurut Seels Glasgow dalam Azhar (2016), media pembelajaran dikelompokkan atas media pembelajaran tradisional (media pembelajaran yang belum memanfaatkan perkembangan teknologi) dan media pembelajaran teknologi (media pembelajaran yang dalam proses pembuatan dan penggunaannya telah memanfaatkan perkembangan teknologi).

Menurut Mashuri (2019), pembelajaran berbasis teknologi komputer merupakan hasil inovasi kegiatan pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi yang telah berkembang. Salah satu media pembelajaran berbasis teknologi adalah *e-comic*. *E-comic* merupakan bentuk dari komik digital yang dapat diakses dan dibaca melalui gawai. Komik dapat digunakan sebagai media pembelajaran alternatif atau suplemen bahan ajar di luar sekolah yang menarik bagi siswa karena minat pada bacaan komik cukup tinggi di semua kalangan termasuk siswa. Hal tersebut didukung oleh tingginya daya tarik bacaan komik terutama komik digital di Indonesia yang mendapatkan peringkat teratas di Asia menurut Line Webtoon tahun 2018 dengan 17 juta pembaca aktif perbulannya (Praditya, 2018) dan pada tahun yang sama lebih dari 13 juta orang di Indonesia membaca *ciayo comics*, komik digital asal Indonesia yang mendukung kearifan lokal, jumlah ini diprediksi akan meningkat 20% dalam kurun waktu 5 tahun kedepan (Adhie dalam IndoTelko, 2018). Sudjana & Rivai (2013) berpendapat bahwa media pembelajaran komik dapat berfungsi sebagai jembatan dalam menumbuhkan minat baca bagi siswa. Selain itu, dalam penelitian Adeliyanti et al. (2018) dengan judul "Pengembangan *E-Comic* Matematika Berbasis Teknologi Sebagai Suplemen Pembelajaran pada Aplikasi Fungsi Kuadrat". Dalam penelitian ini menunjukan bahwa *e-comic* matematika yang dikembangkan efektif digunakan sebagai suplemen dalam pembelajaran matematika.

Menurut Saputro & Soeharto (2015), materi pembelajaran yang dikemas dalam komik dengan alur cerita yang jelas akan membuat materi tersebut bertahan lebih lama dalam ingatan siswa sehingga selain meningkatkan motivasi belajar karena penyajiannya yang menarik, komik juga berpotensi meningkatkan pemahaman siswa. Materi yang dimuat dalam *e-comic* akan lebih bermakna jika memuat materi dasar yang menjadi syarat dari materi lain karena jika pengetahuan terhadap materi dasar terpenuhi dengan baik maka ketercapaian materi selanjutnya juga akan baik. Salah satu materi persamaan aljabar yang paling dasar dan menjadi syarat dari persamaan yang lain adalah materi persamaan linear satu variabel.

Persamaan linear satu variabel (PLSV) merupakan salah materi pada mata pelajaran matematika yang terdapat di kelas VII. Materi PLSV seringkali dianggap oleh guru maupun siswa lebih mudah dibandingkan materi SPLDV yang lebih kompleks, namun kenyataannya masih banyak siswa yang belum paham dengan konsep materi tersebut, terutama jika disajikan dalam bentuk yang berbeda, seperti dalam bentuk simbol, soal cerita dan grafik atau gambar (Husna, 2019). Jika hal ini terus dibiarkan, maka akan terjadi ketidakpahaman siswa yang berkelanjutan pada proses pembelajaran. Suparno (2013) menyatakan bahwa akibat dari ketidakpahaman siswa pada suatu materi akan membuat terbentuknya suatu konsep baru yang bersumber dari hasil pemikiran siswa sendiri atau berasal dari guru yang salah dalam menyampaikan konsep materi. Hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya miskonsepsi pada siswa. Hasil penelitian yang dilakukan Husna (2019), menunjukkan bahwa terdapat banyak miskonsepsi siswa pada materi PLSV. Miskonsepsi didefinisikan dengan suatu pemahaman yang salah dalam pengetahuan siswa dan hal ini terjadi secara berulang-ulang yang secara langsung terjadi karena kurangnya

pemahaman siswa terhadap suatu konsep materi (Herutomo & Saputro, 2014). Untuk itu perlu adanya langkah pembelajaran yang dapat mengkontruksi pemahaman konsep siswa pada materi PLSV. Salah satunya dengan menggunakan media pembelajaran dan pendekatan pembelajaran yang sesuai. Setelah siswa dapat mengkontruksi pemahaman konsep materi maka adanya miskonsepsi di kemudian hari juga dapat diminimalisir.

E-comic merupakan komik yang berbentuk digital yang mana dapat diakses dan dibaca melalui gawai. Sedangkan komik sendiri merupakan sekumpulan gambar yang memiliki fungsi untuk menyampaikan informasi atau menghasilkan respon keindahan bagi pembaca (Mc Cloud, 2006). *E-comic* dapat dimanfaatkan sebagai suplemen pembelajaran yang efektif karena dapat menyajikan informasi dalam bentuk visual yang menarik dan mudah dicerna. Berdasarkan beberapa kajian dari penelitian sebelumnya, yaitu penelitian Manalu et al. (2017); Adeliyanti et al. (2018); Kusumadewi et al. (2022); Sakinah & Hendriana (2022); Selvia & Athar (2022), menghasilkan asumsi bahwa *e-comic* matematika pada umumnya cenderung mentransfer pengetahuan secara langsung melalui penyampaian oleh tokoh dalam cerita, narasi cerita, dan penjelasan materi yang dihiasi dengan gambar tokoh kartun. Oleh karena itu dalam pengembangan *e-comic* matematika perlu adanya pendekatan pembelajaran yang dapat mengajak siswa untuk mengkontruksi konsep pengetahuan, dalam hal ini dapat dimulai dari penggunaan konteks nyata yang digambarkan melalui tokoh dalam cerita *e-comic*. Pendekatan yang dapat digunakan agar *e-comic* menjadi lebih bermakna tidak sekedar memindahkan pengetahuan namun juga mengajak siswa untuk mengkontruksi pengetahuan, yaitu pendekatan matematika realistik.

Pendekatan matematika realistik (PMR) merupakan salah satu pendekatan pembelajaran matematika yang berorientasi pada matematisasi pengalaman kehidupan sehari-hari (Dhoruri, 2010). Pendekatan matematika realistik, menurut Freudental dalam Gravemeijer (2012) menyatakan bahwa matematika harus dikaitkan dengan kehidupan nyata dan suatu aktivitas manusia (*human activities*). Pembelajaran matematika dikemas sebagai proses “penemuan kembali yang terbimbing.” Di sini siswa dapat mengalami proses yang sama dengan proses penemuan ide dan konsep matematika. Dalam PMR konteks nyata yang digambarkan berhubungan dengan aktivitas yang dapat dibayangkan oleh siswa. Di sisi lain siswa SMP yang lahir tahun 2000-an termasuk kategori Gen Z (As’ari, 2017), beberapa di antara ciri anak dengan Gen Z, yaitu menggunakan ICT dan menjelajahi internet kemudian tidak terlalu suka pada buku teks (Oblinger & Oblinger, 2005) sehingga agar menarik bagi siswa konteks tersebut dapat dituangkan dalam *e-comic* matematika.

Penelitian Hamdan et al. (2021) menunjukkan bahwa PMR dapat digunakan untuk mengembangkan suplemen pembelajaran yang efektif, dimana masalah nyata yang dapat dibayangkan siswa dijadikan sebagai sumber munculnya konsep matematika. Salah satu aktivitas nyata dalam masyarakat yaitu berupa kebiasaan, kearifan, atau kebudayaan yang terbentuk dalam lingkungan masyarakat setempat (Rahmata, 2021). Membangun lingkungan belajar dan menciptakan pengalaman belajar dapat dilakukan dengan memasukkan budaya sebagai bagian dari proses pembelajaran (Nur, 2018).

E-comic matematika yang dikembangkan ini memuat konteks budaya dalam alur ceritanya. Konteks yang digunakan dalam *E-comic* matematika ini adalah budaya *megengan* dan disisipi dengan pengenalan kue tradisional. Budaya *megengan* merupakan salah satu bentuk budaya yang menjadi corak keberagaman masyarakat Jawa, pelaksanaannya setiap datangnya bulan Ramadhan. *Megengan* dilakukan untuk meyiarkan agama, sebagai ungkapan rasa syukur atas segala nikmat, doa untuk para leluhur yang telah meninggal, wujud pemberian sedekah berupa makanan kepada tetangga dan memperkuat hubungan kekeluargaan (Ridho, 2018). Pelaksanaan *megengan* dengan cara berdoa dan mengadakan jamuan makan bersama, dalam acara makan bersama ini kental akan sajian makanan tradisional. Konteks tersebut digunakan sebagai pengantar sekaligus bahan cerita untuk penyampaian materi PLSV dalam *e-comic* matematika berbasis PMR yang dikembangkan. Melalui penggunaan konteks budaya ini, siswa diharapkan dapat membangun pemahaman pada materi PLSV serta dapat mengkonstruksi pemahaman konsep yang juga menjadi sebab miskonsepsi siswa pada materi PLSV.

E-comic matematika yang akan dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan *software ComiPo* dan *Adobe Photoshop*. Aplikasi tersebut digunakan untuk membuat karakter, *backgrorund*, balon percakapan, narasi, dan semua komponen gambar pada *E-comic* matematika. Hasil luaran dari *e-comic* ini berbentuk PDF (*portabel dokumen format*) yang dapat diakses melalui gawai. Di dalam *e-comic* matematika ini memuat karakteristik *e-comic* matematika yang berbasis PMR, cerita *e-comic* matematika pada materi PLSV berbasis PMR, dan latihan soal serta di halaman terakhir terdapat pembahasan latihan soal. Model pengembangan *e-comic* matematika disesuaikan dengan fase-fase model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation*).

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh suatu produk pembelajaran *e-comic* matematika berbasis pendekatan matematika realistik (PMR) pada materi persamaan linear satu variabel yang digunakan sebagai suplemen pembelajaran mandiri siswa yang memenuhi aspek valid, praktis, dan efektif. Sehingga siswa secara mandiri dapat menkonstruksi konsep materi matematika terutama pada materi PLSV. Selain itu penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya untuk menciptakan suplemen pembelajaran matematika berbasis PMR dengan kualitas yang lebih baik lagi.

METODE

Penelitian ini termasuk jenis penelitian pengembangan dengan model pengembangan ADDIE (Branch, 2009) dengan meliputi lima fase, yaitu : *Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation*. Dalam penelitian ini *e-comic* matematika yang dikembangkan harus memenuhi kriteria kualitas produk menurut Nieveen dalam Plomp, (2013) yaitu validitas, kepraktisan, dan efektifitas, di mana setiap kriteria tersebut memiliki kesamaan dengan level kriteria kualitas produk pada model pengembangan ADDIE. Meskipun memiliki kesamaan, kriteria kualitas produk menurut Nieveen dinilai lebih tepat untuk digunakan pada *e-comic* matematika yang akan dikembangkan. Oleh karena itu, dalam

penelitian ini data yang dibutuhkan yaitu data validitas yang diperoleh dari penilaian validator terhadap *e-comic* matematika, kepraktisan yang diperoleh dari hasil lembar angket respon pengguna yang diberikan pada uji lapangan, dan efektivitas yang diperoleh dari adanya peningkatan dari hasil *pretest* dan *post-test* yang dikerjakan siswa pada uji lapangan. Dalam pengumpulan data diperlukan beberapa instrumen, yaitu : lembar validasi *e-comic* matematika, lembar angket respon siswa, serta lembar *pretest* dan *post-test*.

Uji coba yang dilakukan dalam penelitian pengembangan ini yaitu: uji validitas, uji *one-to-one* dan uji lapangan. Validator dalam penelitian ini merupakan dosen jurusan matematika dan guru matematika SMP dengan kriteria pernah mengampu mata kuliah media pembelajaran atau pernah membuat media pembelajaran dan ahli dalam PMR. Sedangkan subjek uji coba merupakan siswa yang telah menguasai materi prasyarat untuk belajar materi PLSV yaitu operasi hitung bentuk aljabar dan siswa dapat menggunakan media teknologi dengan baik.

Menurut Plomp & Nieveen, (2010), kriteria produk pendidikan dikatakan berkualitas baik, apabila memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Sehingga untuk mengetahui kriteria kualitas *e-comic* matematika yang dikembangkan, data yang didapatkan dalam penelitian pengembangan ini akan dianalisis sebagai berikut.

Analisis Validitas

Data skor penilaian yang tercatat dalam instrumen validasi di hitung nilai persentase validasi dari tiap validator dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Nilai Validasi} = \frac{\text{Total skor penilaian}}{\text{Total skor maksimum}} \times 100\% \quad (1)$$

Setelah mencari nilai validasi setiap validator, lalu mencari rata-rata total validitas, kemudian data hasil validasi dari setiap validator akan di rata-rata kemudian akan di kategorikan menurut kategori validitas media dari Wiyono, (2015) berikut.

Tabel 1. Kategori Validitas Media

Persentase (%)	Kategori
$86 \leq HVA \leq 100$	Sangat Valid
$70 \leq HVA < 86$	Valid
$56 \leq HVA < 70$	Kurang Valid
$0 \leq HVA < 56$	Tidak Valid

(Wiyono, 2015)

Analisis Kepraktisan

Data angket respon pengguna terhadap *e-comic* matematika dianalisis menggunakan teknik analisis angket menurut Khabibah, (2006) kemudian hasil persentasi nilai rata-rata total di kategorikan berdasarkan tabel berikut.

Tabel 2. Kategori Kepraktisan

Persentase Rata-Rata Total	Kategori
$75\% \leq \%RS_{media} \leq 100\%$	Dapat digunakan tanpa revisi
$50\% \leq \%RS_{media} < 75\%$	Dapat digunakan dengan sedikit revisi
$25\% \leq \%RS_{media} < 50\%$	Dapat digunakan dengan banyak revisi
$0\% \leq \%RS_{media} < 25\%$	Tidak dapat digunakan

(Khabibah, 2006)

Analisis Efektivitas

Data hasil *pretest* dan *post-test* akan melalui beberapa uji sebagai berikut.

Uji Normalitas

Uji Normalitas digunakan untuk menentukan data yang telah didapatkan dapat digunakan pada jenis statistik parametrik atau non-parametrik (Sugiyono, 2013). Jika data berdistribusi normal maka digunakan dalam statistik parametrik dan jika data tidak maka digunakan dalam statistik non-parametrik Uji ini untuk mengetahui apakah data hasil *pretest* dan *post-test* berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas data dalam penelitian ini menggunakan uji *Shapiro-Wilk*, karena uji *Shapiro-Wilk* cocok digunakan pada jumlah sampel yang kecil (<50) dan memiliki konsistensi yang tidak dipengaruhi jumlah data yang ada (Oktaviani & Notobroto, 2014). Dasar pengambilan keputusan uji normalitas yaitu: (1) Jika nilai signifikansi > 0,05, maka data berdistribusi normal, (2) Jika nilai signifikansi < 0,05, maka data tidak berdistribusi normal.

Uji Beda Antar Data Berpasangan

Uji Beda Antar Data Berpasangan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata antara tes hasil belajar *pretest* dan *post-test*, dengan ketentuan sebagai berikut: (1) Jika data berdistribusi normal maka digunakan uji *Paired Sample T-Test* (statistik parametrik), (2) Jika data tidak berdistribusi normal maka digunakan uji *Wilcoxon Signed Ranks Test* (statistik non-parametrik).

Uji N-Gain

Uji N-Gain untuk mengetahui tingkat efektivitas *e-comic* matematika berbasis PMR menggunakan N-Gain Skor dilakukan dengan rumus menurut Hake (1999), sebagai berikut.

$$g = \frac{\text{skor post test} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimum yang mungkin} - \text{skor pretest}} \quad (2)$$

Tabel 3. Tabel Kategori Skor N-Gain

Nilai N-Gain	Kategori
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

(Hake, 1999)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pada pembahasan terkait hasil penelitian ini akan dijabarkan terkait proses pengembangan *e-comic* matematika dengan menggunakan model pengembangan ADDIE dan hasil pengembangan *e-comic* matematika ditinjau dari aspek valid, praktis, dan efektif sebagai berikut.

Analisis (Analysis)

Pada fase ini peneliti melakukan beberapa analisis diantaranya analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis teknologi, dan analisis situasi sekolah yang digunakan sebagai dasar dari fase-fase selanjutnya. Hasil analisis kebutuhan didapatkan dari observasi

kegiatan pembelajaran di kelas dan informasi dari guru matematika yang mengajar di kelas VII SMP, bahwa dalam satu kelas kemampuan matematika siswa bersifat heterogen, saat pembelajaran matematika di kelas guru lebih sering menggunakan model pembelajaran langsung (*direct instruction*), serta kurangnya penggunaan perangkat pembelajaran yang mana terbatas hanya pada PPT dan buku paket.

Berdasarkan hasil observasi dan informasi guru tersebut didapatkan bahwa proses pembelajaran di kelas cenderung monoton. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Ayu et al. (2021), permasalahan siswa dalam belajar matematika beberapa diantaranya dalam kesulitan memahami konsep materi dan kesulitan dalam memecahkan masalah matematika. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan, siswa membutuhkan pembaharuan dalam proses pembelajaran, salah satunya adalah penggunaan media pembelajaran alternatif yang sesuai dengan karakteristik siswa yang dapat memfasilitasi siswa dalam memahami konsep materi matematika dan penerapan konsep matematika dalam menyelesaikan masalah nyata.

Analisis selanjutnya adalah analisis kurikulum untuk mengetahui capaian dan tujuan pembelajaran materi PLSV, materi prasyarat, cakupan materi, serta miskonsepsi siswa pada materi PLSV. Saat ini Indonesia sedang menerapkan kurikulum merdeka, di mana kelas VII berada pada fase D pada rumpun elemen aljabar. Menurut penelitian Husna (2019), miskonsepsi siswa pada materi persamaan linear satu variabel antara lain, miskonsepsi dalam membedakan contoh dan bukan contoh PLSV, penggunaan istilah pindah ruas, dan kesalahan penarikan kesimpulan.

Kemudian peneliti melakukan analisis teknologi, didapatkan hasil bahwa siswa dapat menggunakan media teknologi dengan baik. Selain itu peneliti membandingkan penggunaan beberapa *software* desain grafis, yang didapatkan hasil penggunaan *software ComiPo* dan *Adobe Photoshop* untuk mengembangkan *e-comic* matematika. Untuk menyesuaikan waktu uji coba *one-to-one* dan uji lapangan fase implementasi maka peneliti melakukan analisis situasi sekolah.

Desain (Design)

Pada fase ini peneliti memulai dengan mengumpulkan referensi untuk mendesain *e-comic* matematika, membuat *script* atau naskah cerita yang berisi mengenai cerita dengan konteks budaya *megengan* dan konsep materi PLSV berdasarkan prinsip dan karakteristik PMR yang isinya termasuk karakter, watak tokoh, latar tempat, serta latar suasana dalam *e-comic* matematika. Langkah selanjutnya yaitu membuat *iceberg* sesuai dengan tahapan *emergent model* PMR yang didasarkan pada fase analisis kurikulum, terdapat dua *iceberg* yang dibuat yaitu *iceberg* persamaan dan pertidaksamaan serta PLSV dan *iceberg* sifat-sifat PLSV. Kemudian dibuatlah *storyboard* sebagai perwujudan dari *iceberg* dan alur cerita yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Langkah terakhir dalam fase desain adalah membuat instrumen untuk menilai *e-comic* matematika yang dikembangkan ditinjau dari aspek valid, praktis, dan efektif pada materi PLSV.

Pengembangan (Development)

Proses pengembangan diawali dengan pengembangan *e-comic* matematika untuk menghasilkan draf *e-comic* matematika yang kemudian melalui proses validasi dan direvisi jika diperlukan sesuai masukan dari validator. Selanjutnya draf *e-comic* matematika masuk proses uji *one-to-one*, masukan siswa digunakan sebagai pertimbangan dalam merevisi draf *e-comic* untuk menghasilkan *e-comic* matematika. Untuk lebih jelasnya sebagai berikut.

Tahapan pengembangan *e-comic* matematika

Tahapan dimulai dengan membuat karakter tokoh yang disesuaikan dengan atribut dan latar cerita dengan *software ComiPo*, kemudian membuat gambar pada *background* dan elemen-elemen dengan *software Adobe Photoshop*. Lalu merealisasikan *storyboard* dengan membuat panel, gutter, balon kata, tindakan dan ekspresi tokoh, keterangan, serta nomor halaman pada *software ComiPo*. Gambar *background*, elemen, dan halaman-halaman yang telah dibuat sebelumnya juga dimasukkan sebagai pelengkap *e-comic* matematika.

Bagian-bagian *e-comic* matematika

Dalam *e-comic* matematika terdapat beberapa bagian halaman, yaitu : sampul; sasaran, tujuan, dan petunjuk penggunaan; pengenalan karakter; cerita *e-comic* matematika; serta soal dan pembahasan.

Validasi

Pada tahap ini *e-comic* matematika divalidasi oleh tiga validator ahli media dan materi, yang telah memenuhi kriteria sebagai validator *e-comic* matematika. Validator 1 dan validator 2 merupakan Dosen Prodi Pendidikan Matematika Unesa kemudian validator 3 merupakan Guru Matematika SMP. Penilaian validator terdiri dari empat skor yaitu 1 : kurang; 2 : cukup; 3 : baik; dan 4 : sangat baik.

Tabel 4. Hasil Validasi oleh Tiga Validator

No.	Indikator/Aspek yang dinilai	Penilaian Validator		
		1	2	3
1.	Materi pada <i>e-comic</i> matematika didasarkan pada kurikulum merdeka.	4	4	3
2.	Kebenaran/ketepatan konsep persamaan linear satu variabel yang disampaikan pada <i>e-comic</i> matematika.	3	2	3
3.	<i>E-comic</i> matematika telah sesuai dengan capaian dan tujuan pembelajaran materi persamaan linear satu variabel.	4	3	3
4.	Pemahaman konsep materi pada <i>e-comic</i> matematika melalui tahapan <i>emergent model</i> yang ada pada <i>iceberg</i> .	4	4	4
5.	Kesesuaian konsep dalam <i>e-comic</i> matematika dengan prinsip Pendekatan Matematika Realistik (PMR).	4	4	4
6.	Kesesuaian ilustrasi gambar dan balon percakapan dalam <i>e-comic</i> matematika dengan konsep materi persamaan linear satu variabel.	4	4	4
7.	Kejelasan petunjuk penggunaan <i>e-comic</i> matematika.	4	4	4
8.	Kemudahan pengoperasian file <i>e-comic</i> matematika.	4	4	4
9.	Kejelasan alur cerita <i>e-comic</i> matematika.	4	4	3
10.	Kesesuaian bahasa yang digunakan sesuai kaidah bahasa Indonesia yang benar.	4	3	2
11.	Tidak mengandung kata-kata kasar dan menyinggung SARA (Suku Agama Ras dan Antar Golongan).	4	4	4
12.	Kemudahan dan kesesuaian penggunaan bahasa untuk dipahami oleh siswa kelas VII SMP.	3	3	3

No.	Indikator/Aspek yang dinilai	Penilaian Validator		
		1	2	3
13.	Karakter tokoh yang digunakan sesuai dengan karakteristik siswa.	4	3	3
14.	Kesesuaian penempatan karakter, balon percakapan, dan keterangan.	4	4	3
15.	Kualitas visual dari <i>e-comic</i> matematika konsisten (tidak berubah dari awal hingga akhir)	4	4	4
16.	<i>E-comic</i> matematika telah memiliki komponen-komponen pembentuk komik dan telah sesuai dengan prinsip pembuatan komik	4	4	4
Total Skor Penilaian (Total Skor Maksimal = 64)		62	58	55
Nilai Validasi (%) $\left(\frac{\text{Total skor penilaian}}{\text{Total skor maksimum}} \times 100\%\right)$		96,88	90,63	85,94

Berdasarkan hasil perhitungan nilai rata-rata ketiga validator dapat disimpulkan bahwa *e-comic* matematika berbasis pendekatan matematika realistik (PMR) pada materi persamaan linier satu variabel dinyatakan sangat valid dengan nilai validasi sebesar 91,15 %. Dalam proses validasi, selain memberikan penilaian, ketiga validator juga memberikan saran dan komentar pada *e-comic* matematika yang dikembangkan. Berdasarkan saran dan komentar dari ketiga validator maka dilakukan revisi sebelum dilakukannya *uji one-to-one*.
Uji one-to-one

Pada tahap ini, *e-comic* matematika diujikan kepada 3 siswa kelas VII SMP yang memiliki tingkat kemampuan berbeda. Uji *One-To-One* dilakukan untuk mendapatkan masukan awal dari sudut pandang siswa sebagai pengguna *e-comic* matematika. Setelah menganalisis, peneliti menyimpulkan bahwa secara garis besar dari terdapat dua masukan dari siswa yaitu terkait alur cerita dan corak warna *e-comic* yang disampaikan oleh Siswa 1 dan Siswa 2. Setelah melakukan pertimbangan terkait masukan siswa pada alur cerita, peneliti memutuskan untuk tidak melakukan revisi karena alur cerita dibuat sedemikian tujuannya adalah agar pembaca tidak bosan karena suatu komik haruslah menghibur. Serta peneliti memutuskan untuk tidak melakukan revisi terhadap kontras warna pada *e-comic* matematika, selain karena komentar-komentar siswa yang dapat peneliti simpulkan untuk tidak perlu adanya revisi terkait corak warna juga dikarenakan untuk memenuhi salah satu prinsip pembuatan komik yaitu *emphasis* (penekanan). Prinsip *emphasis* (penekanan) dilakukan dengan memberikan perbedaan atau dominasi warna.

Implementasi (Implementation)

Kepraktisan

Hasil analisis dari data pengisian angket respon pengguna pada uji lapangan didapatkan persentase nilai kepraktisan sebesar 82,5% sehingga disimpulkan bahwa *e-comic* matematika berbasis pendekatan matematika realistik (PMR) pada materi persamaan linier satu variabel di kategorikan praktis dan dapat digunakan tanpa revisi.

Keefektifan

Hasil pengerjaan *pretest* dan *post-test* melalui beberapa uji sebagai berikut. Uji normalitas dengan uji *Shapiro-Wilk* didapatkan nilai signifikansi 0,154 dan 0,21. Di mana $0,154 > 0,05$ dan $0,021 < 0,05$, karena terdapat salah satu data yang nilai signifikasinya $< 0,05$ maka disimpulkan data tidak berdistribusi normal sehingga untuk mengetahui ada

atau tidaknya perbedaan rata-rata antara hasil *pretest* dan *post-test* dilakukan dengan uji *Wilcoxon Signed Ranks Test*.

Adapun hipotesis penelitian ini adalah “ada peningkatan hasil belajar siswa setelah menggunakan *e-comic* matematika berbasis PMR pada Materi PLSV”. Dasar pengambilan keputusan, yaitu: (1) jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka hipotesis diterima, (2) jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka hipotesis ditolak. Berdasarkan hasil uji *Wilcoxon Signed Ranks Test* didapatkan nilai signifikansi 0,000, karena $0,000 < 0,05$ maka hipotesis diterima dan dapat disimpulkan bahwa ada peningkatan hasil belajar siswa setelah menggunakan *e-comic* matematika berbasis PMR pada Materi PLSV.

Hasil skor *N-Gain* didapatkan skor *N-Gain* sebesar 0,7 dan karena nilai 0,7 adalah batas atas kategori sedang sehingga hasil masuk kategori sedang pada batas atas. Karena terdapat peningkatan hasil pretes dan post-test dan peningkatan masuk pada kategori sedang sehingga disimpulkan bahwa *e-comic* matematika memenuhi kategori efektif.

Evaluasi (Evaluation)

Pada tahap ini, peneliti menilai *e-comic* matematika berbasis PMR pada materi PLSV dengan berdasarkan data dari hasil validasi, angket respon pengguna sebagai data kepraktisan, dan *pretest post-test* sebagai data keefektifan yang telah dianalisis sebelumnya, *e-comic* matematika ini memenuhi kriteria berikut: (1) *valid*, karena berdasarkan hasil penilaian dari validator ahli menunjukkan bahwa *e-comic* matematika telah memenuhi kriteria sangat valid dengan presentase nilai validasi sebesar 91,15 %; (2) *praktis*, karena berdasarkan hasil analisis angket respon pengguna yang telah diisi oleh siswa pada saat uji lapangan menunjukkan *e-comic* matematika memenuhi kriteria praktis dan dapat digunakan tanpa revisi dengan persentase nilai kepraktisan sebesar 82,5%; (3) *efektif*, karena berdasarkan hasil analisis tes hasil belajar menunjukkan *e-comic* matematika mendapatkan skor *N-Gain* sebesar 0,7 dengan kategori sedang batas atas sehingga memenuhi kriteria efektif.

Pembahasan

Berdasarkan proses pengembangan *e-comic* matematika berbasis pendekatan matematika realistik, dalam *e-comic* matematika harus muncul prinsip dari PMR itu sendiri, akan dijelaskan sebagai berikut.

Merangsang Siswa dengan Permasalahan Kontekstual

Dalam *e-comic* matematika, siswa diberi permasalahan kontekstual mengenai penimbangan dua jajanan yang dilakukan oleh tokoh dengan neraca lengan (Gambar 1). Pemberian masalah berguna untuk merangsang agar siswa menggunakan pengetahuan yang sudah dimiliki, siswa akan mencoba mendeskripsikan dan menyelesaikan permasalahan menggunakan konsep dan simbol-simbol matematika yang telah mereka ketahui. Bersama karakter dalam *e-comic* matematika siswa menemukan cara untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan. Kemudian siswa akan menggunakan pengetahuan yang diperoleh saat menyelesaikan permasalahan tersebut untuk menyelesaikan permasalahan lain yang sejenis. Melalui *e-comic* matematika siswa terbantu untuk mengembangkan strategi dalam menyelesaikan permasalahan secara informal,

sehingga *e-comic* matematika telah sesuai dengan prinsip PMR *guided reinvention*. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Rimadona et al. (2017), dimana siswa harus diberikan kesempatan mengalami proses yang sama dengan proses penemuan suatu konsep matematika.



Gambar 1. Contoh Bagian Pemberian Masalah Kontekstual dalam E-Comic Matematika

Keterkaitan Permasalahan yang Diberikan dengan Fenomena Sehari-Hari Siswa

Permasalahan yang diberikan dalam *e-comic* matematika merupakan masalah nyata yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari siswa, contohnya penggunaan jajanan traditional kue geti dan madu mongso (Gambar 2).



Gambar 2. Contoh Bagian E-Comic yang Menunjukkan Keterkaitan Permasalahan yang Diberikan dengan Fenomena Sehari-Hari Siswa

Selain itu keterkaitan permasalahan dalam *e-comic* matematika dengan fenomena sehari-hari siswa juga dapat dilihat dari penggunaan karakter tokoh (Gambar 3) serta alur cerita dan latar (Gambar 4), dan yang turut mendukung terciptanya permasalahan yang nyata bagi siswa. Menurut Rimadona et al. (2017), penggunaan masalah yang sering ditemui siswa dapat merangsang pemahaman siswa dalam proses pembelajaran. Dari uraian tersebut *e-comic* matematika dapat dikatakan telah memenuhi prinsip *didactical phenomenology*.

Pengembangan Model Sendiri Oleh Siswa

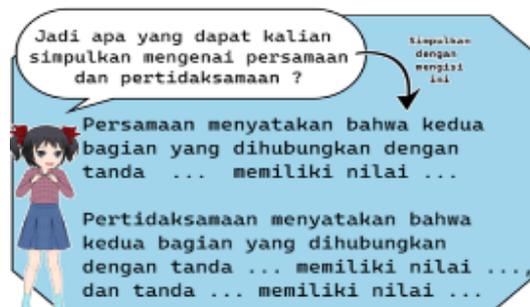
Setelah sebelumnya karakter dan alur cerita *e-comic* matematika membawa siswa dari pengetahuan informal ke formal dengan alur cerita kontekstual menuju kalimat matematika formal, pada beberapa bagian *e-comic* matematika siswa diberikan kesempatan untuk mengembangkan model mereka sendiri. Misalnya pada Gambar 5, siswa diberikan kesempatan untuk mengembangkan model sendiri mengenai persamaan dan pertidaksamaan, selain itu disini siswa diajak untuk turut berperan dalam *e-comic* matematika.



Gambar 3. Karakter Tokoh yang Sesuai dengan Usia Siswa



Gambar 4. Contoh Alur dan Latar Cerita E-Comic yang Berkaitan dengan Kehidupan Siswa



Gambar 5. Bagian E-Comic yang Mengajak Siswa untuk Mengembangkan Model Sendiri

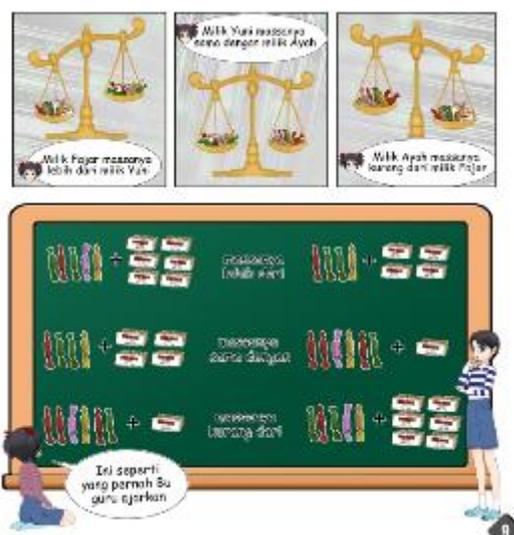
Pengembangan model oleh siswa sendiri akan menjadi jembatan yang menghubungkan pengetahuan informal dengan matematika formal (Dhoruri, 2010). Pada *e-comic* matematika, pengembangan model sendiri oleh siswa terpandu mulai dari level *situasional*, *model of*, *model for*, hingga *formal* karena isi dalam *e-comic* matematika telah disesuaikan dengan proses *emergent model* PMR yang terdapat pada *iceberg*. Setelah siswa

menemukan dan memahami pengetahuan formal konsep matematika, saat siswa menemui masalah di kehidupan nyata maka siswa dapat mengembangkan penyelesaian masalah tersebut. Sehingga *e-comic* matematika telah memenuhi prinsip PMR *Self-Developed Model*.

Selanjutnya peneliti akan membahas mengenai hasil pengembangan *e-comic* matematika berbasis pendekatan matematika realistik. Hal ini akan mencakup pendekatan matematika realistik dalam *e-comic* matematika, analisis respon pengguna, dan hasil belajar setelah penggunaan *e-comic* matematika, akan dijelaskan berikut.

Pendekatan Matematika Realistik pada e-Comic Matematika

Pengintegrasian konsep pendekatan matematika realistik dalam cerita *e-comic* bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa mengenai konsep materi persamaan linear satu variabel melalui aplikasi nyata dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya pada sub materi persamaan dan pertidaksamaan, konsep pendekatan matematika realistik dieksplorasi melalui hasil penimbangan jajanan menggunakan neraca lengan (Gambar 6).



Gambar 6. Contoh Bagian *E-Comic* yang Memuat Konteks PMR

Ilustrasi panel-panel *e-comic* pada Gambar 6 menunjukkan hasil neraca lengan yang setimbang dan tidak setimbang, dimana setimbang menyatakan persamaan dan tidak setimbang menyatakan pertidaksamaan, sehingga siswa dapat memahami hubungan antara konsep matematika dengan konteks kehidupan nyata. Selain itu, dalam *e-comic* matematika juga terdapat dialog tokoh dan keterangan yang membahas mengenai konsep materi (contoh pada Gambar 7), sehingga *e-comic* matematika memandu siswa untuk mengaitkan konsep dan konteks nyata yang siswa temui.



Gambar 7. Contoh Bagian E-Comic yang Memuat Dialog tokoh

Selain ditunjukkan pada hasil validasi yang menyatakan *e-comic* matematika sangat valid, kevalidan isi dari *e-comic* matematika juga ditunjukkan adanya integrasi PMR pada *e-comic* matematika yang dikembangkan ini tidak hanya meningkatkan keterlibatan pembaca dalam pembelajaran matematika, tetapi juga memberikan aplikasi nyata dari konsep materi PLSV. Dengan demikian, *e-comic* matematika ini tidak hanya menjadi sarana hiburan namun juga media pembelajaran alternatif yang valid untuk membantu siswa dalam memahami konsep materi dan mengaitkannya dengan situasi nyata.

Analisis Respon Pengguna e-Comic Matematika

Berdasarkan data angket respon pengguna, terdapat beberapa hal yang peneliti temukan dalam penggunaan *e-comic* matematika. Kemudahan penggunaan *e-comic* matematika, ditunjukkan dengan mayoritas setuju bahwa petunjuk dan bahasa dalam *e-comic* matematika ini mudah dipahami, mayoritas tidak setuju bahwa terdapat kesulitan dalam penggunaan *e-comic* matematika ini, dan semua tidak setuju bahwa terdapat kekurangan pada *e-comic* matematika, dan semua setuju *e-comic* matematika mudah diakses dan digunakan kapanpun dan dimanapun. Dari respon siswa tersebut menunjukan bahwa *e-comic* matematika dapat digunakan dengan baik dan mudah oleh siswa, hal ini sesuai dengan pendapat dari Intan et al., (2021) bahwa media pembelajaran alternatif yang baik haruslah mudah digunakan oleh siswa secara mandiri.

Tampilan *e-comic* menarik dan dapat membantu siswa dalam belajar materi matematika secara mandiri. Mayoritas siswa setuju bahwa penggunaan *e-comic* matematika ini membantu dalam memahami materi PLSV, hal ini sejalan dengan penelitian oleh Pinatih & Putra (2021) dengan hasil bahwa media pembelajaran *e-comic* dapat memudahkan siswa dalam memahami materi pelajaran. Selain itu *e-comic* matematika juga mayoritas setuju bahwa tampilan karakter, balon percakapan, dan keterangan pada *e-comic* matematika ini sangat menarik. Menurut Widari & Putra (2022), media pembelajaran alternatif adalah media pembelajaran yang dalam menyenangkan dan dapat membangkitkan motivasi belajar siswa. Tampilan yang menarik *e-comic* matematika untuk menciptakan pembelajaran mandiri yang menyenangkan untuk siswa yang mana dapat berdampak

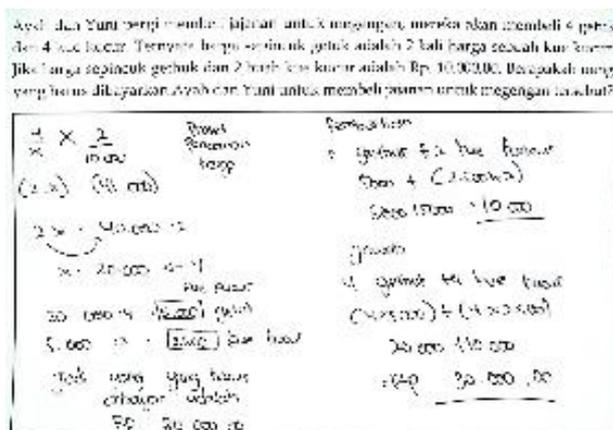
pada motivasi belajar siswa mandiri siswa, pendapat peneliti ini ditunjukkan dengan mayoritas siswa setuju bahwa *e-comic* matematika menarik dan memotivasi untuk belajar di luar sekolah.

e-Comic matematika menambah semangat dan minat dalam belajar matematika, ditunjukkan dengan mayoritas siswa setuju bahwa penggunaan *e-comic* matematika menambah semangat dan minat dalam belajar matematika, khususnya materi persamaan linear satu variabel serta mayoritas siswa berminat untuk belajar matematika pada materi lain menggunakan *e-comic* matematika, selain itu mayoritas siswa menyukai dan mengatakan bahwa penggunaan *e-comic* matematika ini seru, dengan berbagai alasan seperti tidak pusing untuk belajar matematika karena sambil mendapatkan hiburan, alur yang menarik, tampilan gambar yang lucu, dan lain sebagainya. Dari uraian respon siswa, *e-comic* matematika dapat menambah semangat dan minat dalam belajar matematika siswa, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Harmini et al. (2020); Pinatih & Putra (2021); Shokhid & Widyati (2023) bahwa penggunaan komik matematika dapat menumbuhkan motivasi belajar, serta meningkatkan minat belajar siswa.

Berdasarkan analisis respon siswa dalam angket respon pengguna, selain mendapatkan respon positif *e-comic* matematika juga dapat disimpulkan telah memenuhi kriteria praktis karena mudah dan dapat dipahami kegunaannya oleh siswa. Kepraktisan merupakan aspek penilaian produk pembelajaran dimana pengguna yaitu siswa dapat dengan mudah menggunakan produk pembelajaran (Plomp & Nieveen, 2010). Hal ini juga sesuai dengan hasil analisis angket respon pengguna yang masuk pada kategori praktis.

Analisis Hasil Belajar Siswa Setelah Menggunakan e-Comic Matematika

Hasil analisis tes hasil belajar menunjukkan tingkat pemahaman siswa sesudah penggunaan dengan sebelum penggunaan *e-comic* matematika terdapat peningkatan masuk kategori sedang pada batas atas yaitu pada nilai *N-Gain* 0,7. Melalui analisis yang dilakukan, sebagian besar siswa menunjukkan kemampuan dalam mengidentifikasi bentuk persamaan dan pertidaksamaan dalam bentuk kalimat dengan konteks nyata. Sebagian besar siswa dapat mengidentifikasi bentuk persamaan linear satu variabel. Sebagian besar siswa mampu menuliskan bentuk kalimat matematika dari soal cerita yang diberikan. Namun demikian, beberapa siswa masih bingung dalam menyelesaikan soal cerita, kebanyakan siswa pada saat proses perhitungan yang dilakukan dengan cara mereka sendiri tanpa menerapkan konsep yang telah diperoleh dari penggunaan *e-comic* matematika (Gambar 8), saat ditanya lebih lanjut siswa-siswa yang bersangkutan mengatakan bahwa tidak terpikirkan bahwa soal tersebut dapat diselesaikan menggunakan penyelesaian yang ada di *e-comic* matematika dan mereka menulis apa yang ada dipikiran mereka saat itu, beberapa diantaranya mengatakan jika ada konsep yang bisa digunakan untuk menyelesaikan namun mereka tidak menerapkannya karena lupa dan kehabisan waktu.



Gambar 8. Contoh Jawaban Siswa pada Soal *Post-Test* Nomor 6

Secara umum, penggunaan *e-comic* matematika pada tahap implementasi menunjukkan hasil belajar siswa yang beragam, keberagaman ini dapat dipengaruhi oleh kemampuan dan keterampilan siswa yang heterogen. Hal ini sesuai dengan hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan peneliti. Meskipun beragam namun tetap terdapat peningkatan pemahaman siswa sebelum dan sesudah menggunakan *e-comic* matematika sehingga *e-comic* matematika dapat dikatakan telah meningkatkan hasil belajar siswa (Istianah, 2021; Shokhid & Widyati, 2023).

Diskusi

Pada hasil penelitian menunjukkan bahwa *e-comic* matematika yang dikembangkan telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Namun terlepas dari hal tersebut, masih terdapat kekekuran dalam *e-comic* matematika ini. Pemilihan subjek uji *one-to-one* dalam penelitian ini berdasarkan hasil rekomendasi guru yang mengampu mata pelajaran matematika di kelas yang bersangkutan. Mungkin akan lebih baik apabila peneliti terlebih dahulu menetapkan kriteria pemilihan subjek uji *one-to-one* sehingga pemilihan subjek oleh guru didasarkan dengan kriteria yang telah dibuat peneliti. Penggunaan *e-comic* matematika tidak dilakukan dalam kegiatan pembelajaran, Mungkin akan lebih baik apabila penggunaan *e-comic* matematika digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Dalam proses penggunaan *e-comic* matematika yang dikembangkan terbatas hanya komunikasi satu arah, yaitu antara *e-comic* matematika ke pembaca. Mungkin akan lebih baik jika *e-comic* matematika memiliki interaktivitas agar terjadi komunikasi secara dua arah dengan siswa seperti adanya tantangan matematika untuk siswa dan umpan balik langsung saat siswa menggunakan *e-comic* matematika.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan tujuan penelitian, dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengembangan *e-comic* matematika berbasis PMR pada materi PLSV melalui 5 fase model pengembangan ADDIE. Fase analisis, peneliti melakukan beberapa analisis, yaitu: analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis teknologi, dan analisis situasi sekolah. Untuk mengetahui pengembangan *e-comic* matematika perlu dilakukan atau tidak, peneliti menganalisis

kebutuhan terkait karakteristik siswa, didapatkan kesimpulan dibutuhkannya pembaharuan dalam proses pembelajaran salah satunya menggunakan media pembelajaran alternatif dan *e-comic* matematika dapat digunakan sebagai media pembelajaran alternatif. Hasil analisis kurikulum digunakan untuk acuan pada fase desain *iceberg* dan proses pengembangan agar *e-comic* matematika sesuai dengan materi PLSV. Lalu hasil analisis teknologi dan situasi sekolah digunakan untuk tahap pengembangan dan implementasi *e-comic* matematika.

Fase desain, peneliti membuat *script* (naskah cerita) berdasarkan konteks budaya meanggan beserta dengan jajanan tradisional yang digunakan untuk *meanggan*, serta hasil analisis kurikulum. Kemudian melakukan desain *iceberg* berdasarkan pendekatan matematika realistik dari hasil analisis kurikulum dan konteks jajanan tradisional yaitu kue geti dan madu mongso. Lalu mendesain *storyboard e-comic* matematika berdasarkan *script* dan *iceberg*, dan membuat instrumen yang digunakan untuk menilai kualitas produk *e-comic* matematika yang dikembangkan.

Fase pengembangan, peneliti mengembangkan *e-comic* matematika yang kemudian divalidasi oleh validator dan dilakukan direvisi pada *e-comic* matematika sesuai dengan masukan dari ketiga validator. Setelah itu, peneliti melakukan uji *one-to-one e-comic* matematika pada 3 orang siswa kelas VII yang memiliki tingkat kemampuan matematika tinggi, sedang, dan rendah. Pada uji *one-to-one* didapatkan masukan dari sudut pandang siswa terkait kemudahan dan kesulitan penggunaan, kekurangan dan kemenarikan isi, serta kritik dan saran siswa yang mana masukan siswa digunakan untuk melakukan revisi pada *e-comic* matematika sebelum diimplementasikan pada uji lapangan.

Fase implementasi, peneliti melakukan uji lapangan pada siswa kelas VII yang tidak sama dengan siswa yang mengikuti uji *one-to one* di luar kegiatan pembelajaran untuk menilai kepraktisan dan keefektifan *e-comic* matematika.

Fase evaluasi, peneliti melakukan evaluasi dari data yang telah didapatkan untuk mengetahui bahwa *e-comic* matematika yang dikembangkan memenuhi kriteria kualitas produk pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif.

Hasil dari pengembangan *e-comic* matematika berbasis PMR pada materi PLSV yang dikembangkan dapat dikatakan memenuhi kualitas media pembelajaran alternatif yang baik karena telah memenuhi 3 aspek kriteria kualitas produk pembelajaran, yaitu valid, praktis, dan efektif. Valid, karena *e-comic* matematika telah divalidasi oleh validator yang mendapatkan persentase nilai validasi sebesar 91,15%, sehingga *e-comic* matematika dikatakan sangat valid karena nilai persentase validitas lebih dari 85%. Validitas didasarkan pada aspek isi dan kosntruk, dimana *e-comic* matematika telah sesuai konsep materi PLSV dan sesuai dengan prinsip PMR serta komponen *e-comic* matematika telah sesuai dengan prinsip pembuatan komik, jelas, dan mudah digunakan. Dengan demikian *e-comic* matematika ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran alternatif yang memfasilitasi siswa untuk belajar mandiri materi PLSV dengan pendekatan matematika realistik. Praktis, karena hasil analisis angket respon pengguna yang diisi siswa pada uji lapangan menunjukkan *e-comic* matematika mendapatkan persentase nilai yang mencapai 82,5%,

sehingga *e-comic* matematika dikatakan praktis karena nilai persentase rata-rata melebihi nilai 75%. Selain itu berdasarkan analisis angket respon pengguna, *e-comic* matematika dapat digunakan dengan baik dan mudah oleh siswa, serta dapat menambah minat dan semangat siswa dalam belajar matematika. Efektif, karena hasil analisis tes hasil *pretest* dan *post-test* dalam uji lapangan menunjukkan *e-comic* matematika mendapatkan skor N-Gain 0,7 yang masuk kategori sedang pada batas atas, sehingga *e-comic* matematika dikatakan efektif karena mendapatkan nilai N-Gain lebih dari 0,3. Dengan demikian *e-comic* matematika dapat dikatakan telah menjadi media pembelajaran alternatif yang efektif dan dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

Berdasarkan penelitian pengembangan *e-comic* matematika yang telah dilakukan peneliti mengajukan beberapa saran. Dalam penelitian ini *e-comic* matematika berbasis PMR yang dikembangkan hanya pada materi persamaan linear satu variabel. Sangat disarankan untuk mengembangkan *e-comic* matematika berbasis PMR pada materi selain persamaan linear satu variabel. Dalam penelitian ini *e-comic* matematika berbasis PMR yang dikembangkan dalam proses penggunaannya tidak terjadi komunikasi aktif dua arah antara *e-comic* matematika dengan siswa. Disarankan penelitian selanjutnya untuk menambahkan interaktivitas *e-comic* matematika, tantangan matematika untuk siswa, dan umpan balik langsung siswa saat penggunaan *e-comic* matematika. Dalam penelitian ini berfokus dengan proses dan hasil pengembangan *e-comic* matematika berbasis PMR. Disarankan melakukan penelitian mengenai bagaimana dampak dari penerapan *e-comic* matematika berbasis PMR dalam mempengaruhi motivasi dan minat belajar siswa pada mata pelajaran matematika. Dalam penelitian ini *e-comic* matematika berbasis PMR yang dikembangkan untuk digunakan di luar pembelajaran. Disarankan penelitian selanjutnya untuk menggunakan *e-comic* matematika berbasis PMR dalam pembelajaran dikelas untuk mempelajari materi PLSV. Melalui saran ini diharapkan peneliti di masa mendatang dapat lebih memperdalam mengenai potensi *e-comic* matematika berbasis PMR sebagai media pembelajaran yang efektif dan dapat membantu pemahaman konsep materi siswa pada materi matematika.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeliyanti, S., Hobri, H., & Suharto, S. (2018). Pengembangan E-Comic Matematika Berbasis Teknologi Sebagai Suplemen Pembelajaran Pada Aplikasi Fungsi Kuadrat. *Kadikma*, 9(1), 123-130.
- As'ari, A. R. (2017). Tantangan pengembangan profesionalisme guru dalam rangka membelajarkan matematika di abad ke-21 dan membangun karakter peserta didik. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Kerjasama Direktorat Jenderal Guru Dan Tenaga Kependidikan Kemendikbud 2016*.
- Ayu, S., Ardianti, S. D., & Wanabuliandari, S. (2021). Analisis faktor penyebab kesulitan belajar matematika. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(3), 1611-1622.
- Azhar, A. (2016). *Media Pembelajaran*, ed. 1, cet. 13. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Bahri, D. S., & Zain, A. (2006). *Strategi Belajar Mengajar*, Jakarta: PT. Asdi Mahasatya.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach* (Vol. 722). Springer.
- Gravemeijer, K. (2012). Local instruction theories as means of support for teachers in reform mathematics education. In *Hypothetical Learning Trajectories* (pp. 105-128). Routledge.

- Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores*.
- Hamdan, A., Suswanto, H., Hidayat, W. N., & Kirana, K. C. (2021). Pengembangan Mobile Learning Berbasis Pendekatan Matematik Realistik Pada Mata Kuliah Decision Support System. *Edu Komputika Journal*, 8(2), 110–118.
- Harmini, A., Asikin, M., & Suyitno, A. (2020). Potensi komik matematika untuk mengembangkan literasi matematika. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, 3(1), 104–110.
- Herutomo, R. A., & Saputro, T. E. M. (2014). Analisis kesalahan dan miskonsepsi siswa kelas VIII pada materi aljabar. *Edusentris*, 1(2), 134–145.
- Husna, N. (2019). Miskonsepsi Siswa dalam Materi Persamaan Linear Satu Variabel pada Siswa SMP Negeri 2 Sebawi. *Educatio*, 14(2), 68–81.
- IndoTelko. (2018, December 10). *Masyarakat Indonesia suka baca komik digital*. Indotelko.Com. <https://www.indotelko.com/read/1544405662/masyarakat-baca-komik-digital>
- Intan, T., Ismail, N., & Handayani, V. T. (2021). Penggunaan Media Pembelajaran Alternatif Sebagai Mitigasi Dan Adaptasi Pada Masa Pandemi Covid-19. *Kaibon Abhinaya: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 73–78.
- Istianah, F. (2021). Pengembangan Media Komik Webtoon Sebagai Alternatif Media Pembelajaran Daring Materi Siklus Hidup Hewan Kelas IV SDN Mancar 03 Kecamatan Peterongan Kabupaten Jombang. *JPGSD*, 9, 2526–2539.
- Khabibah, S. (2006). *Pengembangan Model Pembelajaran Matematika dengan Soal Terbuka untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa Sekolah Dasar*. Universitas Negeri Surabaya.
- Kusumadewi, N. L. W., Gunartha, I. W., & Ariawan, P. W. (2022). PENGEMBANGAN MEDIA KOMIK MATEMATIKA DIGITAL UNTUK PEMBELAJARAN MATERI PECAHAN DI SEKOLAH DASAR. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 9(1), 103–116.
- Manalu, M. A., Hartono, Y., & Aisyah, N. (2017). Pengembangan media komik matematika berbasis nilai karakter pada materi trigonometri di kelas X SMA Negeri 1 Indralaya Utara. *Jurnal Elemen* 3.1, 35–48.
- McCloud, S. (2006). *Making Comic Membuat Komik*. Jakarta: Gramedia.
- Meltzer, D. E. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible “hidden variable” in diagnostic pretest scores. *American Journal of Physics*, 70(12), 1259–1268.
- Nur, M. A. R. (2018). *Bipa Sebagai Strategi Kebudayaan Dan Implementasinya Dalam Metode Pembelajaran*.
- Oblinger, D., & Oblinger, J. (2005). Is it age or IT: First steps toward understanding the net generation. *Educating the Net Generation*, 2(1-2), 20.
- Oktaviani, M. A., & Notobroto, H. B. (2014). Perbandingan tingkat konsistensi normalitas distribusi metode kolmogorov-smirnov, lilliefors, shapiro-wilk, dan skewness-kurtosis. *Jurnal Biometrika Dan Kependudukan*, 3(2), 127–135.
- Pinatih, S. A. C., & Putra, D. B. K. N. S. (2021). Pengembangan media komik digital berbasis pendekatan saintifik pada muatan IPA. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 5(1), 115–121.
- Plomp, T. (2013). Educational design research: An introduction. *Educational Design Research*, 11–50.
- Plomp, T., & Nieveen, N. M. (2010). *An introduction to educational design research: Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University, Shanghai (PR China), November 23-26, 2007*. Stichting Leerplan Ontwikkeling (SLO).
- Rahmata, A. (2021). Pengembangan E-Comic Matematika Berbasis Pendidikan Matematika Realistik (PMR) Bermuatan Etnomatematika Materi Aritmetika Sosial. *MATHEdunesa*, 10(1), 32–44.
- Ridho, A. (2018). Tradisi megengan dalam menyambut Ramadhan: Living Qur’an sebagai kearifan lokal menyemai Islam di Jawa. *Jurnal Literasiologi*, 1(2), 27.

- Rimadona, P., Fitriani, A. D., & Robandy, B. (2017). Penerapan Pendekatan Realistic Mathematics Education (RME) untuk Meningkatkan Penalaran Matematis Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 3(1), 54–63.
- Sakinah, N., & Hendriana, B. (2022). Pengembangan media pembelajaran e-comic pada materi sistem persamaan linear dua variabel. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 7(1), 225–234.
- Saputro, H. B., & Soeharto, S. (2015). Pengembangan media komik berbasis pendidikan karakter pada pembelajaran tematik-integratif kelas IV SD. *Jurnal Prima Edukasia*, 3(1), 61–72.
- Selvia, F., & Athar, A. (2022). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN KOMIK MATEMATIKA MATERI GARIS DAN SUDUT KELAS VII SMP. *Jurnal THEOREMS (The Original Research of Mathematics)*, 7(1), 94–107.
- Shokhid, M., & Widyati, T. (2023). Penerapan Pendekatan Realistic Matematic Education (RME) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas I SD. *PROSIDING NATIONAL CONFERENCE FOR UMMAH*, 2(1), 240–245.
- Sudjana, N., & Rivai, A. (2013). Media Pengajaran (cetakan ke-11). Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods). In *Jurnal JPM IAIN Antasari Vol (Vol. 1, Issue 2)*. Alfabeta.
- Widari, N. M. P. A., & Putra, D. B. K. N. S. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran E-Komik Berbasis Pendekatan Konstruktivisme pada Muatan IPA Materi Siklus Hidup Hewan Siswa Kelas IV SD. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 4(2), 518–526.
- Wiyono, K. (2015). Pengembangan model pembelajaran fisika berbasis ICT pada implementasi kurikulum 2013. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 2(2), 123–131.